

Aus dem Anatomischen Institut
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Thema der Arbeit

**Die Ausdifferenzierung der Tela subcutanea
des weiblichen Beines in der Fetalzeit**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Gudrun Knobloch
aus München

Mainz 1974

Aus dem Anatomischen Institut der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Thema der Arbeit

Die Ausdifferenzierung der
Tela subcutanea des weiblichen
Beines in der Fetalzeit

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von
Gudrun Knobloch
aus München

Mainz 1974



Fachbereich 05

Dekan:

Prof. Dr. O. Harth

Referent:

Prof. Dr. G. Müller

Korreferent:

Prof. Dr. M. Watzka

I. Einleitung

Die besondere Rolle des Unterhautbindegewebes des Menschen bei der Anpassung anatomischer Strukturen durch die funktionelle Beanspruchung ist an verschiedenen Stellen der Subcutis nachgewiesen worden. (Blechschmidt, 1934.)

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Untersuchung eines bestimmten Abschnittes der menschlichen Unterhaut, welcher unterschiedlichen funktionellen Belastungen ausgesetzt ist und daher in der Struktur seiner Funktionsarchitektur charakteristische Bauprinzipien aufweisen muß. Es soll hier das Bein einschließlich der Glutealregion betrachtet werden, und zwar zunächst beim Feten, da hier (Blechschmidt, 1934) die Strukturen, die sich beim Erwachsenen finden, als primitiver Gesamtplan in vereinfachter Übersicht bereits zu erkennen sind. Nach Patten (1953) beginnt die Ausbildung des subcutanen Fettgewebes erst im siebten Fetalmonat.

Da die Gluteal- und Oberschenkelregion bei der Frau eine Prädilektionsstelle für die Ausbildung einer mächtigen (Merselis, 1925) und typisch strukturierter Subcutis darstellt, wurden für die Untersuchung nur weibliche Feten verwendet.

II. Material und Methode

Als Untersuchungsmaterial dienten die Beine von 10 weiblichen Totgeburten zwischen 21 und 34 cm Scheitel-Steißlänge. Die Feten waren in 4% Formalin fixiert. Es wurden drei Schnitttrichtungen, alle senkrecht zur Oberfläche, gewählt:

1. Vom linken Bein wurden nach Entfernung des Knochens mit Hilfe einer Fleischschneidemaschine 7 Querschnitte von etwa 1 mm Dicke angefertigt. Sie wurden in der aufsteigenden Alkoholreihe entwässert und dann nach Aufhellung in Xylol unter der binokularen Lupe betrachtet. Mit Hilfe der von Müller (1961) entwickelten Polarisations-einrichtung wurden die Präparate anschließend im polarisierten Licht untersucht, gezeichnet und die wichtigsten Stellen auch fotografiert. Mit dieser Technik werden die doppeltbrechenden Strukturen, also im Bindegewebe die kollagenen Fibrillen, erfaßt. Die Schnitte waren in folgenden Höhen gelegt: Beckenmitte, Trochanter maior, Femurmitte, Knie, Mitte des Unterschenkels, Knöchel, Mittelfuß.

2. Aus der lateralen Seite des rechten Beines wurde mit dem Rasiermesser ein 1 mm breiter Längsstreifen herausgeschnitten, und zwar vom Oberrand des Beckens bis zum Knöchel. Die Längsschnitte wurden in gleicher Weise wie die Querschnitte behandelt und fotografiert

3. Den 8 Segmenten des linken Beines wurden lateral würfelförmige Stückchen entnommen, die über Alkohol und Benzol in Paraffin eingebettet und mit dem Mikrotom senkrecht zur Haut in einer Dicke von 20 μ geschnitten wurden. Diese Schnitte wurden nach zwei

Methoden gefärbt: eine Schnittserie mit Hämatoxylin-Eosin zur Darstellung der kollagenen und die andere mit Resorcinfuchsin zur Darstellung der elastischen Fasern. Die Präparate wurden bei 40facher (HE) bzw. 250facher (Resorcinfuchsin) Vergrößerung betrachtet und ebenfalls fotografiert.

III. Befunde

A. Dicke Schnitte

1. Allgemeine Beobachtungen

Die Beobachtungen zu den Gesetzmäßigkeiten im Verlauf der kollagenen Strukturen lassen sich nach drei Gesichtspunkten aufgliedern:

- a. In welcher Weise ist die Subcutis mit der Corium-grenzfläche verbunden?
- b. Ist eine bestimmte Binnenstruktur der subcutanen Bindegewebsbündel nachzuweisen?
- c. Welche Schichtung weist die Subcutis auf?

Wie meine Untersuchungen ergaben, ist keine der drei Fragen ohne Berücksichtigung der anderen zu beantworten. Die Unterteilung der Subcutis in parallel zur Oberfläche verlaufende Systeme ist nämlich nur möglich bei einer bestimmten Art der Verbindung mit dem Corium.

zu a

Nach Bargmann (1959) geht die Lederhaut mit fließen-

den Grenzen in die Unterhaut über, "die sie vielfach mit straffen Bindegewebszügen, den Retinacula cutis, durchsetzt".

Diese Grenze ist durchaus bestimmbar, zeigt aber einen mehr oder weniger ausgeprägten sägezahnartigen Verlauf, je nach der Stärke der Retinacula. Die Zacken entstehen durch eine pinselförmige Aufspaltung der senkrecht oder schräg zur Oberfläche ins Corium einstrahlenden Fasern (Abb. 1). Durch Überkreuzung der Fasern zweier benachbarter Pinsel entsteht gelegentlich eine scherengitterartige Vernetzung, die die Sägezahnstruktur verwischt. Es leuchtet ein, daß diese pinselartige Aufspaltung der Retinacula die Subcutis ziemlich senkrecht, das heißt ohne bestimmte Zugrichtung, am Corium verankert. Die Retinacula zeigen in dem Fall einen vorwiegend radiären Verlauf (senkrecht zum Corium). Daraus ergibt sich eine straffe Befestigung der Haut auf ihrer Unterlage. Sie kann nicht abgehoben oder tangential verschoben werden. Wir wollen diese Form "Typ I" nennen.

Es gibt nämlich noch einen zweiten Typ (II) der Verbindung mit dem Corium. Bei ihm ist der Übergang tatsächlich fließend, da die Bindegewebszüge der Subcutis sich in gleicher Richtung durch das ganze Corium fortsetzen, oder umgekehrt die subcutanen Fasern die Verlängerung der Fasern des Coriums darstellen. Dies ist bei sehr schrägem bis fast tangentialen Verlauf der Fall. Es lassen sich zwei Gruppen unterscheiden:

1. Parallel zur Oberfläche verlaufende Bindegewebslamellen biegen leicht nach außen um und strahlen schräg ins Corium ein. Sie spalten sich ebenfalls vorher in einzelne Fasern auf, doch entsteht wegen

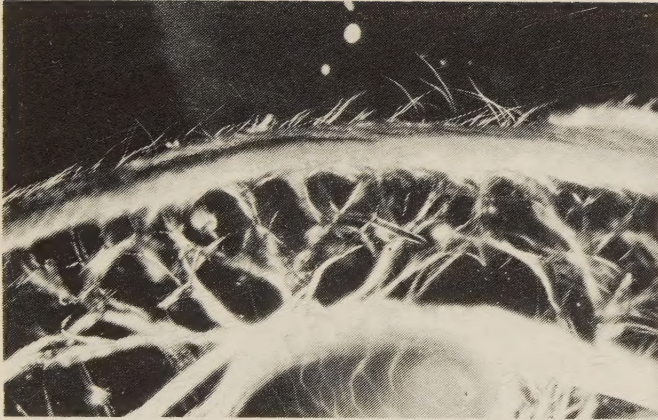


Abb. 1

31 cm SSL. Femurmitte hinten medial (Querschnitt).
Polarisiertes Licht.

Zackenbildung der Corium-Subcutisgrenze durch pin-
selartige Aufspaltung der Retinacula cutis. Die
Fasern benachbarter Pinsel überkreuzen sich. In
der Mitte Unregelmäßigkeit im Schichtaufbau. Rechts
im Bild wieder geordnete Dreiteilung.

des sehr schiefen Verlaufs keine Sägezahnlinie (Abb. 2). Das Corium scheint nach einer Richtung hin gezogen zu werden; die Haut muß also tangential gut verschieblich sein.

2. Oberflächenparallele Lamellen strahlen in einem bestimmten Bereich von beiden Seiten her ins Corium ein und setzen sich in diesem bis zur Epidermisgrenzfläche fort. Dadurch entsteht eine scherengitterförmige Überkreuzung, die im Corium wohl dichter ist als in der Subcutis, aber keine genaue Abgrenzung beider Schichten ermöglicht (Abb. 3). Diese Anordnung muß ebenfalls eine tangential Verschieblichkeit sowie eine Abhebbarkeit der Haut bedingen.

Auch bei Typ I setzen sich die Fasern der Retinacula ins Corium fort. Sie bilden die Verlängerung der Pinsel und durchziehen das ganze Corium in sich überkreuzenden Bogenlinien. Dennoch möchte ich nicht von einer kontinuierlichen Fortsetzung der kollagenen Züge wie bei Typ II sprechen, da am Ansatz der Pinsel eine deutliche Abknickung und damit ein erhebliches Abweichen von der Hauptrichtung der Retinacula erfolgt.

zu b

Bereits die obige Untersuchung ergab, daß die Anordnung der Bindegewebsbündel nicht zufällig oder beliebig sein kann, sondern bestimmten Gesetzen folgt.

Eine radiäre Verlaufsrichtung bedingt ein festes "Ansteppen" der benachbarten Schichten (Blechsmidt, 1931). Sie findet sich vor allem direkt unter dem Corium und gelegentlich über der Muskelfaszie. Die radiären Fasern sind sehr regelmäßig und sind für



Abb. 2

29 cm SSL. Trochanter hinten (Querschnitt). Polarisiertes Licht.

Übergang vom geschichteten zum lamellären Typ. Die tangentialen Matten strahlen unter Auffiederung schräg ins Corium ein. Die Grenzlinie ist hier undeutlich. Links neben der Anheftungsstelle fehlt jede nähere Beziehung der Fasern zum Corium.

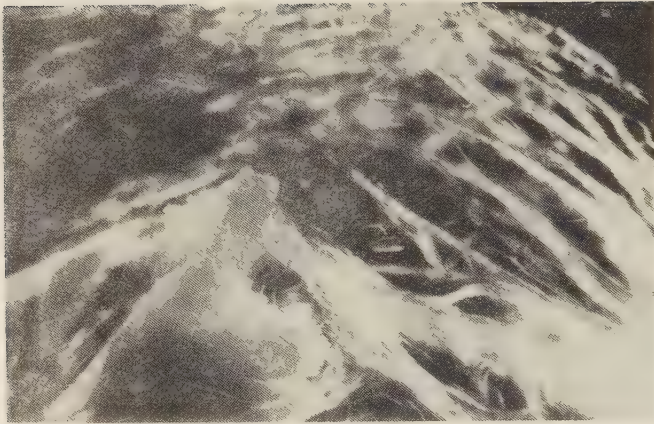


Abb. 3

34 cm SSL. Knie hinten (Querschnitt). Polarisiertes Licht.

Lamellärer Bautyp. Durch das Fehlen radiärer Elemente keine Kammerbildung. Durch flache Überkreuzung der ins Corium ausstrahlenden Fasern entsteht ein Scherengitter, das zur Oberfläche hin allmählich dichter wird. Corium-Subcutisgrenze fließend.

die Ausbildung der "druckelastischen Kammern" des Fettgewebes (Bucher, 1962) verantwortlich. Diese regelmäßigen Kammern sind coriumnah kleiner als muskelnah (Schmidt, 1968). (Abb. 4.)

Tangential verlaufende Fasern haben zwei verschiedene Aufgaben. In mehreren Lamellen übereinander angeordnet bilden sie lockere Verschiebespalten (Schmidt, 1968). Andererseits dienen sie bei mehrschichtiger, gekammerter Subcutis zur Anheftung und Verspannung der radiären Retinaculä. Sie unterteilen das Unterhautgewebe in einzelne Schichten. Auch hier lassen sich die pinselförmigen Verzweigungen der radiären Fasern erkennen. (Abb. 4.) Diese ziehen nicht durch die Tangentialschicht hindurch, sondern enden hier und beginnen wieder neu. Tangential- und Radiärzüge verlaufen also im allgemeinen nicht unabhängig voneinander, sondern sie verflechten sich und gehen oft bogenförmig ineinander über. In der Abb. 5 ist deutlich zu erkennen, wie der Bogen eines radiären Bündels aus den tangentialen Streifen hervorgeht.

Die radiären Fasern verlaufen nicht immer gestreckt. Oft sind sie nach einer Richtung konvex durchgebogen. Unter dem Corium ergibt sich dadurch, daß zwei benachbarte Retinacula voneinander weg gekrümmt sind, gelegentlich eine V-Form der Kammerquerschnitte (Abb. 1). Ebenso finden sich durchgebogene Fasern in der tiefsten Schicht, wodurch die großen Arkaden zustande kommen (Abb. 5). Vielleicht werden die Kammern durch den gekrümmten Verlauf der Wände stärker komprimierbar als bei gestreckter Anordnung. Ein Vergleich der Abb. 4 und 5 läßt dies vermuten.

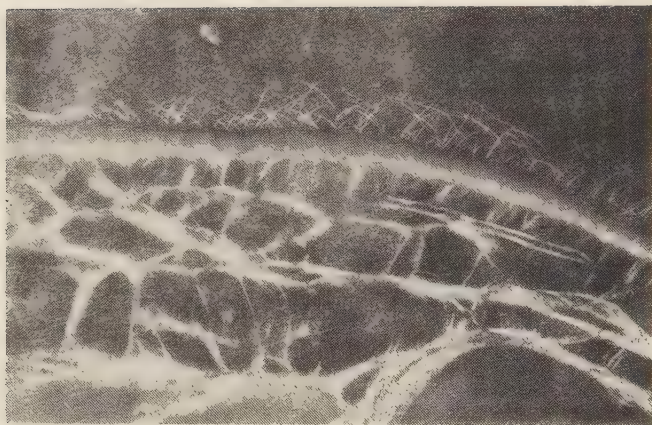


Abb. 4

31 cm SSL. Femurmitte medial (Querschnitt). Polarisiertes Licht.

Dichte radiäre Ansteppung an das Corium. Darunter tangentiales System mit unregelmäßigen liegenden Kammern und dicken Bindegewebslamellen. In der Tiefe große, stehende Kammern. Pinselförmige Aufspaltung der Retinacula vor der Anheftung an Corium, Faszie und Zwischenlamellen.

zu c

Bleeschmidt (1931) führt an, "daß das eigentliche Subkutangewebe sich im großen und ganzen in 3-4 Schichten zerteilt". Er drückt sich mit Recht vorsichtig aus, denn die Verhältnisse liegen hier ziemlich kompliziert, da das Unterhautgewebe je nach Art und Grad der Beanspruchung eine verschiedene Bauweise zeigt (Stöhr, 1951). Diese Strukturen sind bereits beim Feten im Hinblick auf die späteren mechanischen Erfordernisse angelegt (Schmidt, 1968).

Ob die Subcutis in Schichten unterteilt werden kann oder ein einheitliches Aussehen zeigt, hängt von der Art ihres Zusammenhanges mit dem Corium ab. Wie wir sahen, fehlen bei Typ II der Coriumverbindung die radiären Fasern. Die Subcutis ist relativ dünn und besteht nur aus dicht oder locker gelagerten Tangentiallamellen, die sehr flach von einer oder von beiden Seiten ins Corium einstrahlen. Neben den Verbindungsstellen läßt sich überhaupt keine nähere Beziehung der Subcutis zur Oberfläche erkennen (Abb. 2). Bei dickem und fettreichem Subcutangewebe findet sich die matrattenähnliche Ansteppung durch radiäre Züge, die eine Verschiebung der Schichten gegeneinander verhindert. In diesem Fall läßt sich ein eigentliches Unterhautfettgewebe mit mehreren Schichten abgrenzen. Auf einem Querschnitt in Trochanternähe sind beide Subcutistypen zu finden: medial (dünne Subcutis) Typ II, lateral (dickes Fettgewebe) Typ I. Der Übergang zwischen beiden Typen hinten medial ist in der Vergrößerung (Abb. 2) deutlich zu sehen. Wegen der großen Variationsbreite in der Ausbildung der subcutanen Strukturen erscheint es mir sinnvoller,



Abb. 5

31 cm SSL. Glutealregion lateral (Querschnitt).
Polarisiertes Licht.

Ausgeprägte Bogenarchitektur des innersten Systems.
Die Arkaden strahlen in das Tangentialsystem aus.
Deutliche Sägezahnform der Corium-Subcutisgrenze
durch die Pinsel.

eine Einteilung in Systeme vorzunehmen, als in einzelne Schichten. Man wüßte zum Beispiel nicht, ob eine dicke Tangentiallamelle nun als Schicht zu werten ist oder nur als Trennlinie. Ein System kann eine bis mehrere Schichten enthalten. Bei der folgenden Besprechung der Systeme wird natürlich nur von der Subcutis an den Stellen mit Typ I die Rede sein.

Beim äußersten System handelt es sich fast ausnahmslos um eine einzige, regelmäßig strukturierte Schicht (s. auch Blechschmidt, 1931). Bis auf wenige Ausnahmen setzen sich die "Pinsel" aus dem Corium heraus senkrecht oder schräg in parallelen Retinacula nach unten fort. Dadurch ergeben sich "stehende Kammern" (Braus, 1940). Diese äußeren Radiärfasern sind meist kürzer als der halbe Durchmesser der Subcutis (Abb. 4).

Das darunterliegende System ist variabel ausgebildet. Es zeigt eine oberflächenparallele Ausrichtung. Entweder besteht es nur aus tangentialen Bindegewebszügen oder aus auseinanderweichenden Lamellen, die zwischen sich "liegende Kammern" fassen (Abb. 5). Diesem System entspricht bei Blechschmidt (1934) die "Mantelfaserung", die aus einem mehrschichtigen Gitterwerk mit Spalten und Nischen besteht. Weist die Subcutis keine tiefer gelegenen Strukturen auf, dann bildet das innere System keine richtigen Kammern aus. Die Tangentialschicht ist kompakt oder in zwei Lamellen gespalten, die wohl wellenförmig verlaufen und Verbindungen aufweisen, aber keine senkrechten Scheidewände besitzen (Abb. 6). Damit ist das Corium zwar fest auf der Unterhaut verankert, aber

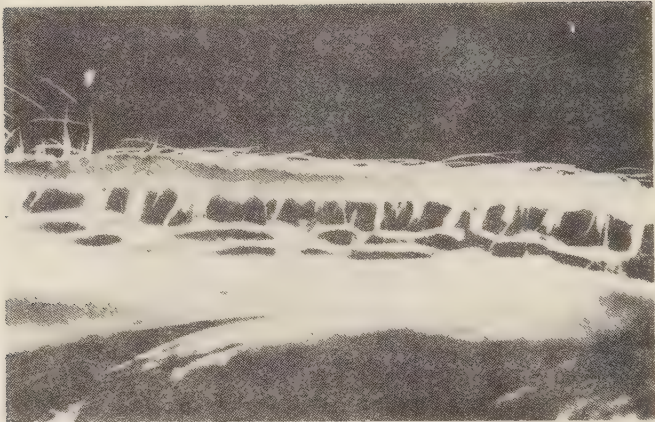


Abb. 6

34 cm SSL. Unterschenkel lateral (Längsschnitt).
Polarisiertes Licht.

Starke Retinacula cutis. Die Tangentiallamellen
verlaufen wellenförmig und bilden flache Kammern.

der gesamte Hautmantel läßt sich auf der Muskelfaszie verschieben.

Bei dicker Subcutis finden wir über der Muskelfaszie noch ein drittes System. Es ist an den meisten Stellen vorhanden, wird jedoch am spätesten ausgebildet. Bei den kleineren Feten fehlt es, mit Ausnahme an der Planta pedis (s. unten). Die Fasern und Räume dieses Systems sind, wie in der obersten Schicht, radiär ausgerichtet. Die Bündel sind stark und haben größere Abstände als unter dem Corium. Damit entstehen große Kammern, die ein Vielfaches der oberflächlichen Kammern fassen. Sie zeigen eine Bogenarchitektur (Blechsmidt, 1931; Scherer, 1971). (Abb. 5.) Mit diesen Bogen hängt das mittlere System eng zusammen. Entweder gehen die Bogenfasern in die Tangentiallamelle des zweiten Systems über oder sind doch wenigstens an ihr befestigt (s. oben), oder das mittlere System bildet liegende Kammern aus, die ohne deutliche Abgrenzung in die tiefen Kammern übergehen. Dennoch läßt sich auch in diesem mehrschichtigen Kammersystem der Wechsel von den mittleren liegenden zu den tiefen stehenden Kammern erkennen. (Abb. 4.) Eine spezielle Anordnung zeigt die Planta pedis (Abb. 7). Hier ist unter einer sehr schmalen radiären Oberschicht und einer dicken Tangentiallamelle das dritte System extrem stark ausgebildet. Die Faserbündel sind dick und verlaufen nicht bogenförmig, sondern gestreckt. Sie spalten sich in plantarer Richtung, also zur Tangentialschicht hin, auf und bilden Pinsel. Diese besondere funktionelle Struktur findet sich schon beim Feten von 23 cm Scheitel-



Abb. 7

29 cm SSL. Planta pedis (Querschnitt). Polari-
siertes Licht.

Besonders lange, sich nach außen hin auffiedernde
Retinacula in der innersten Schicht. Dicke Tangen-
tialschicht, sehr kurze äußere Retinacula.

Steißlänge.

Abweichungen von dem hier analysierten Dreisystem-Aufbau kamen zum Beispiel bei einem Präparat direkt vor der Patella vor, wo eine ziemlich regellose Durchflechtung auffällt, die zu beiden Seiten wieder in die geordnete Schichtung übergeht. Auch der mittlere Bezirk der Abb. 1 zeigt solche Unregelmäßigkeiten.

2. Systematische Untersuchung

Querschnitte

a. Glutealregion:

Bei den größeren Feten ist ein Panniculus adiposus ausgebildet. Er läßt alle drei Systeme des Unterhautbindegewebes erkennen, wobei vorn die tangentialen, hinten die radiären Fasern überwiegen. Sehr regelmäßig sind die dichten senkrechten Fasern der äußeren Schicht. Vorn strahlen die Retinacula von ventral her schräg ins Corium ein. Die tangentialen Lamellen weichen lateral auseinander und bilden liegende Kammern, welche dorsal in die stehenden übergehen. Hier sind deutliche Arkaden ausgeprägt. Sie werden teilweise von ganz wenigen starken radiären Balken gebildet. Die tangentielle Schicht ist nicht selbstständig, sondern entsteht aus den Bogen der radiären Bündel. Der matratzenartige Aufbau der Subcutis (Strecker, 1955) bedingt die schlechte Falt- und Abhebbarkeit der Haut in der Regio glutea.

b. Trochanter:

Im obersten Abschnitt des Oberschenkels ist die Sub-

cutis auf der medialen Seite nahezu fettfrei. Lateral setzt sich der matratzenartige Panniculus adiposus der Gesäßgegend nach unten fort. Dementsprechend zeigt der subcutane Aufbau medial und lateral sowie an den Übergangsstellen große Unterschiede. Lateral finden sich drei Systeme wie in der darüberliegenden Region mit einer breiten mittleren Schicht aus unregelmäßigen liegenden Kammern. Vor der Ausbildung der Schichten (unter 27 cm Scheitel-Steißlänge) ist nur das tangential verlaufende System zu erkennen; Kammern gibt es nicht. Ganz ähnlich ist das Bild beim reifen Feten auf der medialen Seite. Man findet eine oder mehrere oberflächenparallele Lamellen ohne nähere Beziehung zum Corium. Das vorläufig angelegte, undifferenzierte Bindegewebe wird lateral für die Ausbildung des Panniculus adiposus weiter ausdifferenziert, bleibt medial dagegen erhalten, wo die Haut geschützt liegt und durch die Falte zwischen Bein und Regio pudenda einer ganz anderen Belastungsform ausgesetzt ist. Hier wie in den anderen Beugefalten des Beines (Kniekehle und Fußrücken) ist die Subcutis aus mechanischen Gründen fettarm und durch lamellären Bau gut verschieblich. Dies ist ein Beispiel für die von Blechschmidt (1934) angeführte "Anpassung" des fetalen Bindegewebes an erst später auftretende funktionelle Beanspruchungen. Die parallelen Fasern strahlen, von medial her kommend, nach vorn und hinten fächerförmig gegen das Corium auseinander und bilden eine Verankerung beider Schichten nach Typ II. Somit scheint der gesamte Subcutisstreifen der medialen Hälfte an zwei Stellen, ventral und dorsal, aufgehängt zu sein (Abb. 2). Der schräggerichtete Verlauf der Retinacula setzt sich ein

Stück auf die laterale Oberschenkelseite fort. Die Fächer lassen sich, als ein Bestandteil des tangentialen Systems, schon sehr früh erkennen (23,5 cm Scheitel-Steißlänge).

Die Folgerung aus den hier analysierten Bindegewebsstrukturen stimmt mit der Tatsache überein, daß die Haut über dem Trochanter maior fest und unabhebbar angestept, am medialen Oberschenkelansatz dagegen leicht zu verschieben, abzuheben und zu falten ist.

c. Femurmitte:

Die Fettgewebsverteilung ist wesentlich gleichmäßiger als bei b. Lateral ist der Panniculus adiposus dünner geworden. Medial ist er nun auch vorhanden, und zwar so mächtig, daß er stellenweise die doppelte Dicke hat wie lateral. Die drei Systeme sind rundherum ausgebildet. Lateral treten jedoch die radiären Strukturen zugunsten starker tangentialer Balken in den Hintergrund (Bereich des Tractus iliotibialis). Die Pinsel der gleichmäßigen Retinacula cutis sind überall stark, so daß die Verbindung sehr fest wird. Medial ruft die durch die Anordnung der Muskulatur bedingte unterschiedliche Dicke des Unterhautgewebes einen häufigen Wechsel in der Verteilung der einzelnen Schichten hervor. Besonders das mittlere System zeigt viele Variationen, ohne jedoch seine oberflächenparallele Ausrichtung zu verlieren. Die Radiärzüge der innersten Schicht sind oft sehr lang (Abb. 4).

d. Knie:

Wie bei b sind auch hier beide Subcutistypen ausge-

bildet. Entsprechend der Gelenkachse befinden sich die beiden verschiedenen Strukturen ventral und dorsal, während die Innen- und Außenseite unregelmäßige Übergänge zeigen. Vor der Patella ist die Subcutis zweischichtig. Die stehenden Außenkammern sind dicht und von kräftigen Retinacula begrenzt. Darunter folgt eine reine Tangentialschicht. Es fehlt die Ansteppung auf der Unterlage durch das dritte System, so daß die Subcutis mit dem Corium, gegen das sie ja nicht bewegt werden kann, auf der Patella verschieblich ist. In einem Fall wird die Tangentialschicht auf einer kurzen Strecke durch eine unregelmäßige Verflechtung der Fasern durchbrochen. In der Kniekehle herrscht der lamelläre Bautyp vor. Die tangentialen Lamellen laufen wellenförmig in mehreren Lagen übereinander und bilden so flache Maschen, ohne radiäre Elemente zu benötigen. Teilweise strahlen sie sehr flach ins Corium ein und bilden, von lateral und medial her sich überkreuzend, ein Scherengitter aus (Abb. 3). Das ganze Gefüge erscheint locker.

e. Tibiamitte:

Der Aufbau entspricht etwa dem am mittleren Oberschenkel. Die größte Dicke erreicht die Subcutis medial, wo sie auch drei Kammersysteme aufweist. Sonst ist die Kammerbildung spärlich. Das innere System fehlt; das mittlere besteht aus oberflächenparallelen Zügen, die bei den kleineren Feten wieder als einzige Strukturen zu finden sind. Die Fasern der äußeren Schicht sind nicht regelmäßig radiär angeordnet, sondern verlaufen schräg durcheinander, so daß statt der rechteckigen V-förmige Kammerquerschnitte entstehen. Auffallend ist die intensive

Verzahnung mit dem Corium. Die Radiärfasern spalten sich an der Unterfläche der Lederhaut in breite Pinsel auf, deren Fasern sich mit denen benachbarter Pinsel kreuzen und durch diese Verflechtung die Corium-Subcutisgrenze unscharf werden lassen.

f. Sprunggelenk:

Schichten und Kammern sind nur vereinzelt ausgebildet. Tangentialfasern bilden lockere Geflechte. Eine Coriumverbindung vom Typ I besteht nicht. Meist strahlen die Lamellen vorn und gelegentlich auch hinten fächerförmig von beiden Seiten her ins Corium ein und führen zum Bild des Scherengitters. Daraus erklärt sich die gute Abhebbarkeit der Haut an den Fesseln. Die oberflächenparallelen Züge teilen sich an den oberflächlich verlaufenden Sehnen und umschneiden diese Gebilde von außen und innen, so daß man von einer eigentlichen Subcutis gar nicht mehr sprechen kann; sie geht nahtlos in das Bindegewebe des "Skeletmuskelmantels" (Strecker, 1955) über.

g. Mittelfuß:

Der lockere, unregelmäßige Aufbau aus tangentialen Elementen setzt sich lateral, medial und auf dem Fußrücken fort. An den Seiten zeigt sich wieder die überkreuzende Fasereinstrahlung ins Corium. Radiäre Retinacula fehlen auf dem Dorsum pedis völlig. Die Haut ist extrem gut faltbar. Bei den unreifen Feten läßt sich hier überhaupt noch keine subcutane Struktur erkennen. Dagegen ist die besondere Architektur an der Planta bereits beim Fetus von 23 cm Scheitel-Steißlänge voll erkennbar (s. auch Blechschmidt, 1934). Die Besonderheit besteht in einer speziellen

Differenzierung des dritten (innersten) Systems. Die Außenschicht ist schmal. Es besteht eine feste Verzahnung der Retinacula mit dem Corium. Die Pinsel sind kurz, aber sehr breit und kräftig. Ebenso kurz sind die Retinacula selber, unter denen eine ganz dicke tangentielle Schicht folgt. An ihr setzen die radiären Retinacula der dritten Schicht an. Diese Faserbündel entspringen in geringer Anzahl an der Plantaraponeurose, sind sehr lang und fiedern sich vor Anheftung an der Tangentialschicht in einzelne Fasern auf (Abb. 7). Bei einigen Präparaten laufen einzelne Retinacula bogenförmig zu tangentialen Zügen aus, die sich mit den radiären Bündeln spitzwinklig kreuzen.

Längsschnitte

Der Längsschnitt von der Crista iliaca bis zum Malleolus lateralis zeigt durchgehend das vom Querschnitt her bekannte Bild der geschichteten Subcutis. Eine andere Verbindung zum Corium als die matrattenartige Ansteppung von Typ I liegt im ausgereiften Zustand nicht vor. Wie bei den Querschnitten haben auch hier die jüngeren Präparate nur Lamellen mit oberflächenparallelem Verlauf. Später bildet sich das corium-nächste System aus, dessen radiäre Fasern viel regelmäßiger und dichter stehen als im Querschnitt. Die Aufzweigungen vor Eintritt ins Corium sind stark ausgeprägt. Auch das tangentielle System ist überall gut zu erkennen. Im obersten Bereich, an der Hüfte, ziehen seine Fasern schräg von der Muskelfaszie aus nach unten und außen und biegen schließlich um, um in die radiären Außenfasern überzugehen. Durch diesen

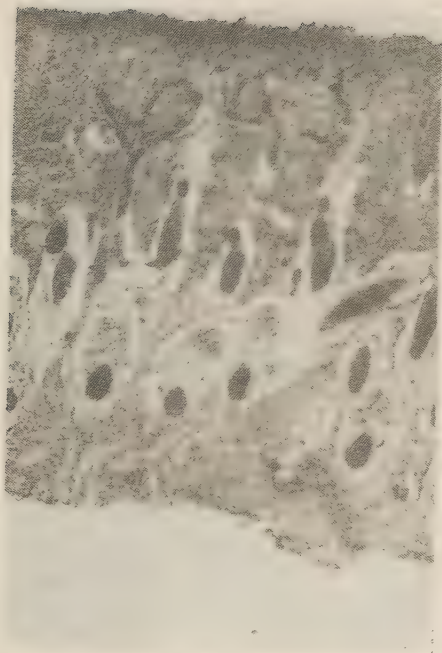


Abb. 8

21 cm SSL. Crista iliaca lateral. HE-Färbung.
Haaranlagen in der gesamten Subcutis. Fettbildung
um die Haarwurzeln herum. Corium und Subcutis etwa
gleich dick.

fast s-förmigen Verlauf werden hier alle drei Systeme von einem einzigen durchgehenden Faserzug gebildet. Die Fasern sammeln sich im Oberschenkelbereich zu einer einheitlichen Tangentialschicht oder zu liegenden Kammern. Bis kurz oberhalb des Knies findet sich darunter das dritte System mit vorwiegend bogiger Architektur. Die Bogen werden zum Knie hin immer flacher und gehen schließlich in das tangentielle System über. Am Unterschenkel herrscht die Zweischichtung vor. Teilweise lassen sich unregelmäßige liegende Kammern abgrenzen, die weniger durch senkrechte Scheidewände als durch wellenförmigen Verlauf der tangentialen Matten entstehen (Abb. 6).

B. Paraffinschnitte

1. Hämatoxylin-Eosin-Färbung

Die Fettkammern sind bereits bei 21 cm Scheitel-Steißlänge angelegt. Teilweise bestehen schon fertige Fettpolster zwischen Bindegewebssepten, teils sind die Fettanlagen ohne scharfe Grenze in der subcutanen Schicht verteilt, wobei sie sich auf die Umgebung der Haarbälge konzentrieren (Abb. 8).

Beim reifen Feten wächst das Fett knospenartig aus den obersten subcutanen Kammern ins Corium hinein (Abb. 9). Das Corium ist häufig durchsetzt von liegenden Fettkammern. Das Hineinwachsen des Fettgewebes verwischt die Grenze zwischen Corium und Subcutis erheblich.

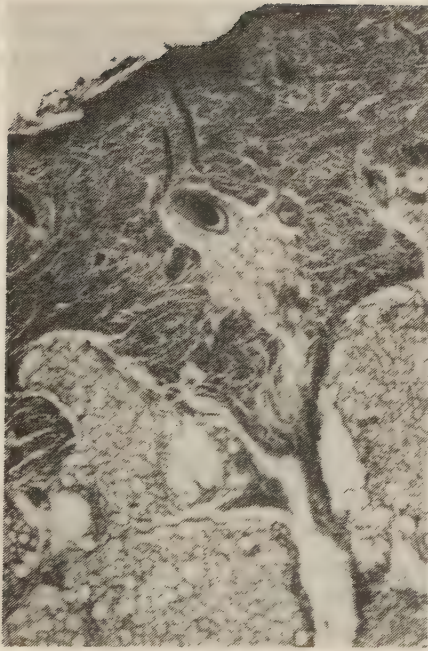


Abb. 9

34 cm SSL. Glutealregion lateral. HE-Färbung.
Knospenartiges Einwachsen von Fett in das Corium
in der Nachbarschaft der Haarbälge. Bildung von
Fettinseln in der unteren Coriumhälfte.

In früheren Entwicklungsstadien haben die Fettkammern ihre größte tangentialle Ausdehnung fast schon erreicht, sind aber noch flach. Das Dickenwachstum der Subcutis und damit die Streckung der Kammern in der radiären Achse beginnt bei etwa 26 cm Scheitel-Steißlänge. Eine radiäre Ausrichtung zeigen die Fettkissen hauptsächlich in der coriumnächsten Schicht. Sie sind hier durch radiäre Bindegewebszüge in rechteckige Kammern aufgeteilt, während in den tieferen Lagen eine tangentialle Richtung bevorzugt wird. Das Fett ist entweder durch oberflächenparallele Lamellen in Bänder oder durch schräge und bogenförmige Fasern in querovale Kissen eingeteilt (Abb. 10). Die Kammern der äußeren Schicht können durch die schräge Richtung der Retinacula cutis und der Haare schief gestellt sein, so daß sie an einigen Stellen sogar "umkippen" und zu liegenden Kammern werden. Bei jüngeren Feten und im Fußbereich sind nur liegende Kammern zu finden.

Die Retinacula cutis entstehen erst bei 26 cm Scheitel-Steißlänge (s. oben). Vorher finden sich nur tangentialle Lamellen. Mit Ausbildung der Retinacula entsteht die sägezahnartige Begrenzung des Corium, welches mit zapfenartigen Fortsätzen in die Subcutis ragt (Abb. 9). Die Richtung der Retinacula (senkrecht oder schräg) hängt eng mit der Richtung der Haare zusammen. Es bleibt die Frage, welches der beiden Systeme dem anderen seine Struktur aufzwingt.

Bei den kleinen Objekten befinden sich die Haaran-

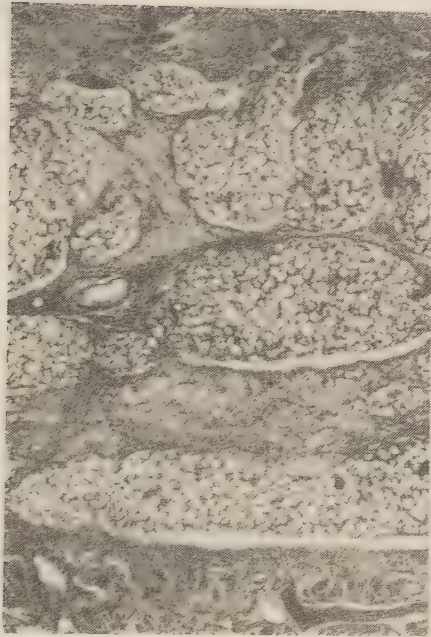


Abb. 10

27,5 cm SSL. Tibiamitte lateral. HE-Färbung.

Coriumnah stehende, in der Tiefe liegende Fettkammern.

lagen in allen Schichten von Corium und Subcutis. Sie reichen fast bis zur Muskelfaszie hinunter (Abb. 8). Es scheint, daß durch das Dickenwachstum der Subcutis das Corium mitsamt den Haaranlagen nach oben gehoben und dadurch das benachbarte Fett in Form einzelner Ausläufer am Haarbalg mitgezogen wird.

Das subcutane Fett ist lateral überall dick, außer auf dem untersten Schnitt, nämlich an der lateralen Fußkante. Bei den jungen Feten sind Corium und Subcutis etwa gleich dick, wobei die Grenze wegen der Haarwurzeln, die regellos in jeder Höhe entspringen, schwer zu bestimmen ist. Das Corium selbst wächst bis zur Geburt auf etwa die doppelte Dicke weiter, die Subcutis bis auf das Zehnfache.

Gegenüberstellung von jungem und reifem Feten

a. junger Fet (21 bis 25 cm SSL; Abb. 8)

An einigen Stellen sind bereits kräftige Bindegewebszüge in vorwiegend tangentialer Richtung ausgebildet (Glutealgegend, s. auch Dabelow, 1957), zwischen denen sich liegende, ovale Fettpolster befinden, deren tangentialer Durchmesser bereits dem beim reifen Feten entspricht. Im allgemeinen findet sich jedoch eine weniger strukturierte, primitive Anlage der Fettorgane. Corium und Subcutis sind etwa gleich dick, wobei die subcutane Schicht unscharf abzugrenzen und nur durch ein lockeres Gefüge des Gewebes und durch Entwicklung primitiver Fettherde zu unterscheiden ist. Beide Schichten werden gleichmäßig von

Haarwurzeln durchsetzt, die bis zur Muskelfaszie reichen können, und um die herum sich die Fettinseln bevorzugt anlegen.

b. reifer Fet (26 bis 34 cm SSL; Abb. 9, 10)

Das Corium ist etwa auf die doppelte Dicke angewachsen, die Subcutis um das Zehnfache. Kräftige oder feinere Bindegewebstrassen bestimmen Form und Größe der Fettkammern. Diese Kammern sind oberflächennah durch die vorwiegend radiären Retinacula cutis meist stehend und doppelt so hoch wie breit. In tieferen Lagen verlaufen die Fasern als tangentielle Lamellen und teilen das Fett so in Schichten oder durch Bogenfasern in querovale Kissen ein. Aus den oberflächlichen Kammern wächst das Fett in Knospen in das Corium hinein und verwischt stellenweise die Grenze beider Schichten. Die untere Hälfte des Coriums ist mit solchen Fettinseln durchsetzt. Sie umschließen meist einen Haarbalg und behalten damit die Beziehung zwischen Haar und Fett aus der frühen Fetalzeit bei. Die Haaranlagen sind nun sämtlich ins Corium hinaufgerückt. Zwischen ihrer Ausrichtung und dem Verlauf der Retinacula cutis und damit der stehenden Fettkammern besteht ein enger Zusammenhang.

2. Resorcin-Fuchsin-Färbung

Das Auftreten und Verhalten der elastischen Fasern wurde im Corium untersucht.

Die elastischen Fasern treten erstmals bei 26-27 cm Scheitel-Steißlänge auf. Bei dieser Größe sind sie



Abb. 11

31 cm SSL. Crista iliaca lateral. Resorcinfuchsin-Färbung.

Elastische Fasern nehmen im Corium von oben nach unten zu. Anordnung in verdichteten oberflächenparallelen Streifen.

nur oberhalb des Knies zu finden, später am ganzen Bein.

Die Verteilung der Fasern im Corium ist ungleichmäßig. Unter der Epidermis fehlen sie, um in die Tiefe immer mehr zuzunehmen. Ihr Verlauf ist vorwiegend tangential, und zwar zu einzelnen Bündeln verdichtet, die das Gewebe in oberflächenparallele Streifen teilen. Das dazwischenliegende Gewebe zeigt keine besondere Struktur. Die tangentialen Fasern steigen gelegentlich im leichten Bogen auf oder ab und schließen damit die dazwischenliegenden Bezirke der Kollagenfibrillen zu querovalen Inseln ab. (Abb. 11.)

IV. Zusammenfassung

1. Das subcutane Gewebe kann beim Feten nach der Ausbildung bestimmter Bindegewebsstrukturen in zwei unterschiedliche Typen eingeteilt werden:

- a. in einen lamellären Typ mit überwiegend bindegewebigen Elementen in tangentialen Verlauf
- b. in einen geschichteten Typ mit größeren Fettkammern, die durch Bindegewebszüge in bestimmter gesetzmäßiger Anordnung begrenzt werden.

Der Strukturtyp bestimmt die Abhebbarkeit, Verschieblichkeit und Verformbarkeit der Haut.

2. Die geschichtete Subcutis besteht aus zwei bis

22

drei übereinanderliegenden Systemen, von denen das oberste größere stehende Kammern enthält und am regelmäßigsten ausgebildet ist. Das darunterliegende System ist variabler und bevorzugt tangentiale Strukturen. Das Vorhandensein eines dritten Systems hängt von der Dicke der Unterhaut ab.

3. Der Schichtaufbau entspricht im Längsschnitt dem des Horizontalschnittes.

4. Retinacula cutis sind mit dem Corium verbunden, welche sich an der Subcutisgrenze in einzelne Fasern aufspalten und sich schräg und bogenförmig im Corium bis unter die Epidermis fortsetzen.

5. Die Entwicklung der Fettpolster erfolgt in verschiedenen Regionen zu unterschiedlichen Zeiten. In der Glutealregion sind sie schon in früher Fetalzeit vorhanden. Das Dickenwachstum der Subcutis mit Ausbildung stehender Kammern findet ab 26 cm Scheitel-Steißlänge überall gleichzeitig statt.

6. Die elastischen Fasern im Corium treten gleichzeitig mit dem Dickenwachstum des subcutanen Fettgewebes bei etwa 26 cm Scheitel-Steißlänge zuerst in den tieferen Coriumschichten auf. Ihr Verlauf in tangentialen Bündeln und die Bildung dazwischenliegender freier Inseln entspricht dem Verlauf der kollagenen Strukturen.

7. Während der frühen Fetalzeit sind die Haaranlagen gleichmäßig auf den Hautmantel bis hinunter zur

Muskelfaszie verteilt. Erst durch das Dickenwachstum der Subcutis und des Coriums werden sie in die Coriumschicht einbezogen.

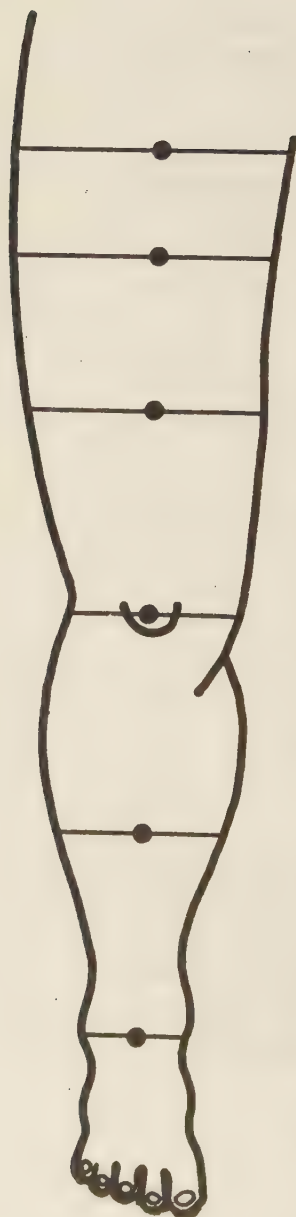
8. Die Fettanlagen bevorzugen die Nachbarschaft der Haarwurzeln. Auch bei voll ausgebildeter Subcutis bleibt diese Beziehung durch eine Fettmanschette, die bis ins Corium reicht, bestehen.

Die folgenden Zeichnungen geben die Schnittführung bei der Gewinnung der dicken Schnitte wieder.

In den danebenstehenden Tabellen sind die an den jeweiligen Stellen angetroffenen Formen der Corium-Subcutisgrenze (senkrecht und schräg einstrahlende oder waagerecht verlaufende Fasern) schematisch dargestellt.

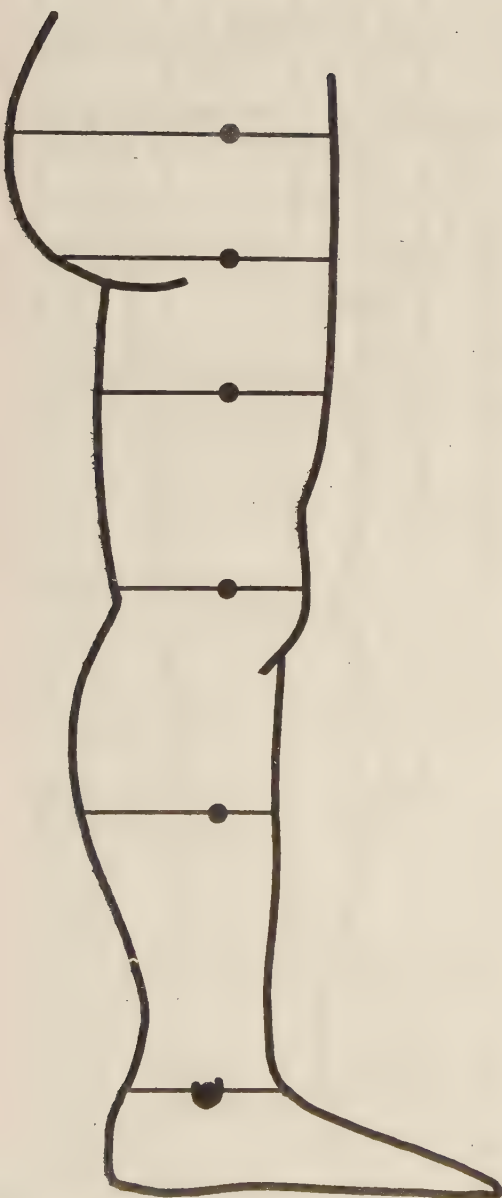
Querschnitt

cm Scheitel-Steiß - L.



23	23,5	24,5	26	27	27,5	29	31	34
77	77		77		77	77	77	77
	77	77	77	77	77	77	77	77
			77	77	77	77	77	77
			77		77	77	77	77
					77	77	77	77
	77				77	77	77	77
	77	77	77	77	77	77	77	77

Querschnitt

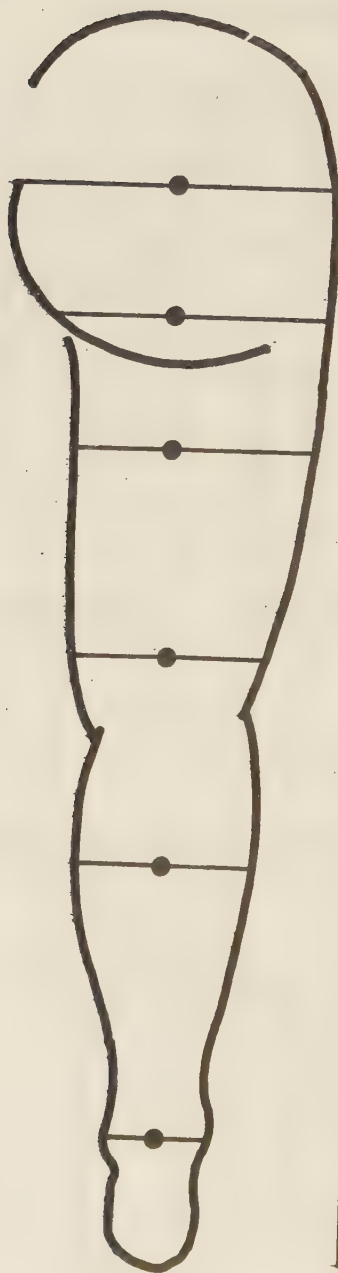


cm Scheitel-Steiß-L.

26	27	27,5	29	31	34
III		II	III	III	III
III		III	III	III	III
			III	III	
III	II		III	III	III
III	III	III	III	III	III

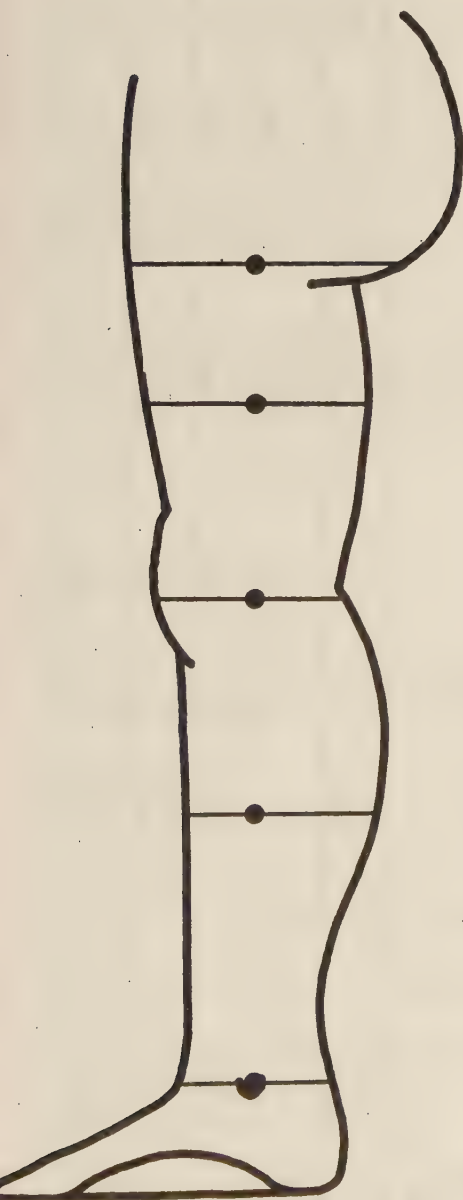
Querschnitt

cm Scheitel-Steiß-L.



23	23,5	26	27	27,5	29	31	34
⌌	⌌	⌌	⌌	⌌	⌌	⌌	⌌
		⌌		⌌	⌌	⌌	⌌
		⌌	⌌	⌌	⌌	⌌	⌌
				⌌	⌌	⌌	⌌
					⌌	⌌	⌌
		⌌			⌌	⌌	⌌
		⌌			⌌		

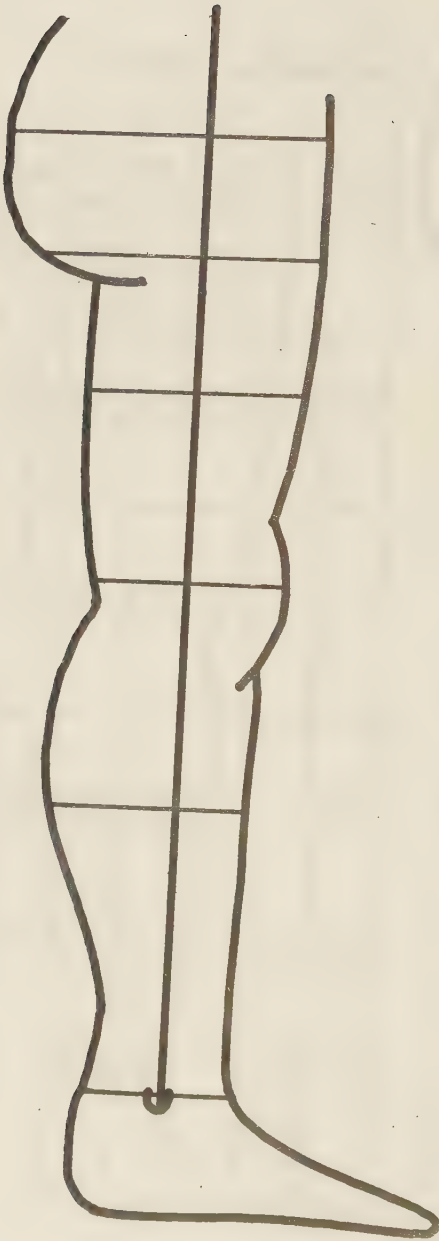
Querschnitt



cm Scheitel - Steiß - L.

26	27	27,5	29	31	34
		⌌		⌌	
⌌	⌌	⌌	⌌	⌌	⌌
			⌌	⌌	⌌
⌌		⌌	⌌	⌌	⌌
			⌌	⌌	

Längsschnitt



cm Scheitel-Steiß-L.				
26	27,5	29	31	34
3	3	3	3	3
3	3	3	3	3
3	3	3	3	3
	3	3	3	3
3		3	3	3
3		3	3	3

V. Literaturverzeichnis

Bargmann, W.:

Histologie und mikroskopische Anatomie des
Menschen. 3. Aufl.

Stuttgart: Thieme 1959. S. 639-643.

Biesiadecki, A.:

Haut, Haare und Nägel.

Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und
der Thiere. Hrsg. von S. Stricker. Bd. 1. Leipzig:
Engelmann 1871. S. 581-617.

Blehschmidt, E.:

Zur Anatomie des Subkutangewebes.

Zschr. Zellforsch., 12 (1931). S. 284-293.

Blehschmidt, E.:

Die Architektur des Fersenpolsters.

Gegenbaurs Morph. Jb., 73 (1934). S. 20-68.

Bochud, J.-M.:

Contribution à l'étude de la fonction mécanique du
tissu conjonctif dans la phalange distale du gros
orteil chez le nouveau-né.

Acta anat., 22 (1954). S. 345-357.

Braun-Falco, O. und Ch. Scherwitz:

Zellulitis.

Med. Klin., 66 (1971). S. 827-832.

Braus, H.:

Anatomie des Menschen. Bd. 4.

Berlin: Springer 1940. S. 338-346.

Bucher, O.:

Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 3. Aufl.

Bern, Stuttgart: Huber 1962. S. 347-355.

Dabelow, A.:

Die Entwicklung der Fettorgane (Wassermann) im subcutanen Gewebe menschlicher Feten.

Verh. anat. Ges. Freiburg i. Br. 1957. S. 83-96.

Heitzmann, L.:

Normale und pathologische Histologie des Unterhautfettgewebes.

Arch. Derm. Syph., 32 (1895). S. 349-364.

Hoepke, H.:

Die Haut.

Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.

Hrsg. v. W. v. Möllendorff. Bd. 3, 1. Berlin:

Springer 1927. S. 43-44.

Horstmann, E.:

Die Haut.

Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.

Hrsg. v. W. v. Möllendorff. Bd. 3, 3. Berlin,

Göttingen, Heidelberg: Springer 1957. S. 73-78.

Merselis, J. G. und K. Texler:

Über die Fettgewebsverteilung an der Körperoberfläche.

Zschr. Konstit.lehre, 11 (1925). S. 596-597,
602-604, 619-623.

Müller, G.:

Eine Hilfseinrichtung zur Untersuchung dicker
histologischer Schnitte im polarisierten Licht.
Mikroskopie, 15 (1961). S. 347-351.

Patten, M. B.:

Human Embryology. 2. Aufl.

New York, Toronto, London: Mc Graw-Hill Book
Company 1953. S. 195.

Schaffer, J.:

Das Stützgewebe.

Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.

Hrsg. v. W. v. Möllendorff. Bd. 2, 2. Berlin:

Springer 1930. S. 73-130.

Scherer, R.:

Die Funktionsarchitektur der Zehenballen beim
Menschen.

Med. Diss. Mainz 1971.

Schmidt, W.:

Die normale Histologie von Corium und Subcutis.

Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten.

Hrsg. von J. Jadassohn. Erg.werk 1, 1. Berlin,
Heidelberg, New York: Springer 1968. S. 430-482.

Stöhr, P.:

Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie.

Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1951.

S. 460-463.

Strecker, F.:

Der Mantelzwischenraum.

Wiss. Zschr. der Universität Rostock, 5 (1955/56).

S. 345-349.

Wassermann, F.:

Neue Beobachtungen über die Entwicklung des Fettgewebes beim Menschen.

S.ber. Ges. Morph. München, 36 (1925). S. 4-11.

Wassermann, F.:

Die Fettorgane des Menschen.

Zschr. Zellforsch., 2 (1926). S. 235-328.

Watzka, M.:

Kurzlehrbuch der Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen. 3. Aufl.

Stuttgart: Schattauer 1964. S. 248-253.

Für die Überlassung des Themas und für die
freundliche Beratung und Hilfe danke ich Herrn
Professor Müller herzlich.

Ebenso gilt mein Dank den Mitarbeitern des
Anatomischen Institutes der Universität Mainz
für die wertvolle Unterstützung bei der Durch-
führung der praktischen Arbeiten.

Lebenslauf

Am 13.10.1949 wurde ich, Gudrun Knobloch, als Tochter des Mathematikers und Physikers Dr. Hans Knobloch und seiner Frau Agathe, geborene Kaelberloh, in München geboren. Im Jahr 1951 übersiedelten wir nach Ludwigshafen am Rhein. Von 1956 bis 1960 besuchte ich dort die Volksschule, anschließend die altsprachliche Abteilung des Theodor-Heuss-Gymnasiums in Ludwigshafen, wo ich am 18.6.1968 die Reifeprüfung bestand.

Im Herbst 1968 begann ich das Medizinstudium in Mainz. Ich bestand dort im Oktober 1969 das Vorphysikum, im April 1971 das Physikum und am 11.6.1974 das medizinische Staatsexamen.

